ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Α1. 4

Α2. 3

Α3. 2

Α4. 2

Α5.1 - ***Λάθος,*** **2** - ***Λάθος,*** **3** - ***Λάθος,*** **4** - ***Σωστό,*** **5** - ***Λάθος***

ΘΕΜΑ Β

Β1. (β)

Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών σε ένα στάσιμο κύμα είναι $\lambda/2$. Στο σχήμα παρατηρούμε ότι το μήκος της χορδής του βιολιού είναι:

$$L = 3\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = 3\frac{c}{2f} \quad (1)$$

Η θεμελιώδης συχνότητα της χορδής f_o, δηλαδή η μικρότερη συχνότητα για την οποία σχηματίζεται στάσιμο κύμα θα αντιστοιχεί σε χορδή που το μήκος της θα είναι ίσο με $\lambda_o/2$. Άρα:

$$L = \frac{\lambda_o}{2} \Rightarrow L = \frac{c}{2f_o} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε:

$$3\frac{c}{2f} = \frac{c}{2f_o} \Rightarrow f_o = \frac{f}{3} = 4Hz$$

Β2. (α)

Πείραμα (1): Έστω φ_1 το έργο εξαγωγής ηλεκτρονίου από την επιφάνεια του μετάλλου (1) που χρησιμοποιείται ως κάθοδος στη λυχνία (1). Η συχνότητα κατωφλίου δίνεται $f_{0,1}$ και ισχύει η σχέση:

$$h \cdot f_{0,1} - \varphi_1 = 0, \quad \varphi_1 = h \cdot f_{0,1} \quad (1)$$

Όταν προσπίπτει στην κάθοδο φως με συχνότητα $f_1 = 4 \cdot f_{0,1}$, εξέρχονται ηλεκτρόνια και η μέγιστη κινητική ενέργεια εξερχόμενου ηλεκτρονίου είναι:

$$K_1^{max} = h \cdot f_1 - \varphi_1 \xRightarrow{(1)} K_1^{max} = h \cdot 4 \cdot f_{0,1} - h \cdot f_{0,1} = 3 \cdot h \cdot f_{0,1} \quad (2)$$

Πείραμα (2): Έστω φ_2 το έργο εξαγωγής ηλεκτρονίου από την επιφάνεια του μετάλλου (2) που χρησιμοποιείται ως κάθοδος στη λυχνία (2). Η συχνότητα κατωφλίου δίνεται $f_{0,2} = 1{,}5 \cdot f_{0,1}$ και ισχύει η σχέση:

$$h \cdot f_{0,2} - \varphi_2 = 0, \quad \varphi_2 = h \cdot f_{0,2} = 1{,}5 \cdot h \cdot f_{0,1} \quad (3)$$

Όταν προσπίπτει στην κάθοδο φως με συχνότητα $f_1 = 4 \cdot f_{0,1}$, εξέρχονται ηλεκτρόνια και η μέγιστη κινητική ενέργεια εξερχόμενου ηλεκτρονίου είναι:

$$K_2^{max} = h \cdot f_1 - \varphi_2 \xRightarrow{(3)} K_2^{max} = h \cdot 4 \cdot f_{0,1} - 1{,}5 \cdot h \cdot f_{0,1} = 2{,}5 \cdot h \cdot f_{0,1} \quad (4)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις (3) και (4), προκύπτει:

$$\frac{K_1^{max}}{K_2^{max}} = \frac{3 \cdot h \cdot f_{0,1}}{2{,}5 \cdot h \cdot f_{0,1}} = \frac{3}{2{,}5} = \frac{30}{25} = 1{,}2$$

B3. (β)

Από τη χρονική στιγμή μηδέν μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 το σύστημα έχει εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση, άρα $t_1 = T = 2s$, όπου T η περίοδος της φθίνουσας ταλάντωσης. Η περίοδος T παραμένει σταθερή ανεξάρτητη του πλάτους, επομένως $t_5 = 5T$.

Το πλάτος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με το χρόνο, επομένως

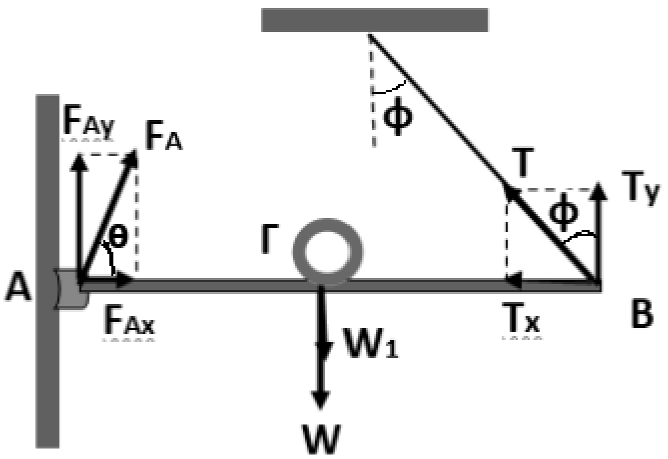
$$A_1 = A_0 \cdot e^{-\Lambda t_1} \text{ και } A_5 = A_0 \cdot e^{-\Lambda t_5}$$

Διαιρώντας τις δύο σχέσεις κατά μέλη, έχουμε

$$\frac{A_1}{A_5} = \frac{A_0 \cdot e^{-\Lambda t_1}}{A_0 \cdot e^{-\Lambda t_5}} \Rightarrow 4 = e^{\Lambda 4T} \Rightarrow \Lambda 4T = 2ln2 \Rightarrow 8\Lambda = 2ln2 \Rightarrow \Lambda = \frac{ln2}{4}\ s^{-1}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Τοποθετούμε την στεφάνη μάζας m_1 ακίνητη στο σημείο Γ έτσι ώστε η ράβδος να ισορροπεί. Τότε οι δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο είναι σχεδιασμένες στο παρακάτω σχήμα:



Εφόσον η ράβδος ισορροπεί θα ισχύει: $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$, $\Sigma\vec{\tau} = \vec{0}$.

Επιλέγουμε την ισορροπία των ροπών των δυνάμεων ως προς το σημείο Α, με θετική φορά την αριστερόστροφη:

$$\Sigma\vec{\tau}_A = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{\tau}_W + \vec{\tau}_{W_1} + \vec{\tau}_{F_A} + \vec{\tau}_T = \vec{0}$$

$$-W \cdot \frac{L}{2} - W_1 \cdot (A\Gamma) + 0 + T \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot L = 0 \Leftrightarrow T \cdot L \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = W \cdot \frac{L}{2} + W_1 \cdot \frac{L}{2}$$

$$T \cdot \frac{L}{2} = m \cdot g \cdot \frac{L}{2} + m_1 \cdot g \cdot \frac{L}{2} \Leftrightarrow T = 10\ N$$

Έχοντας αναλύσει τη δύναμη F_A από την άρθρωση σε δύο συνιστώσες, έχουμε από τη μεταφορική ισορροπία:

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = T_x \\ F_{Ay} = w + w_1 - T_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = T\eta\mu\varphi \\ F_{Ay} = w + w_1 - T\sigma\upsilon\nu\varphi \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{Ax} = 5\sqrt{3}N \\ F_{Ay} = 9 + 1 - 5 = 5N \end{cases} \text{ οπότε } |F_A| = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(5\sqrt{3})^2 + 5^2} \Rightarrow |F_A| = 100N$$

και σχηματίζει γωνία θ με τη ράβδο για την οποία ισχύει: $\varepsilon\varphi\theta = \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \frac{5}{5\sqrt{3}} \Rightarrow \varepsilon\varphi\theta = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

Γ2. Έστω d η απόσταση από το Β, στην οποία αν μετακινήσουμε την στεφάνη, οριακά δεν θα σπάσει το νήμα. Για την νέα οριακή ισορροπία και πάλι ως προς το σημείο Α, θα είναι:

$$\Sigma\vec{\tau}'_A = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{\tau}_W + \vec{\tau}'_{W_1} + \vec{\tau}_{F_A} + \vec{\tau}_T = \vec{0}$$

$$-W \cdot \frac{L}{2} - W_1 \cdot (L-d) + 0 + T_{\theta\rho} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot L = 0 \Leftrightarrow W_1 \cdot (L-d) = T_{\theta\rho} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot L - W \cdot \frac{L}{2} \Leftrightarrow$$

$$1\text{N} \cdot (1\text{m} - d) = 10{,}5\text{N} \cdot 0{,}5 \cdot 1 - 9\text{N} \cdot \frac{1\text{m}}{2} \Leftrightarrow d = (1 - 5{,}25 + 4{,}5)\text{m} = 0{,}25\text{m}$$

Άρα η στεφάνη μπορεί να πλησιάσει σε απόσταση $d = 25\ \text{cm}$ από το σημείο Β χωρίς να σπάσει το νήμα.

Γ3. Για την ζητούμενη γραφική παράσταση της μεταβολής της τάσης του νήματος ως προς την απόσταση του σώματος m_1 από το σημείο Γ, πρέπει να προσδιορίσουμε την συνάρτηση $T = f(x)$.

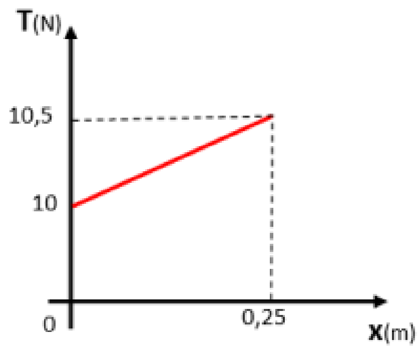
Για μια τυχαία θέση x του σώματος m_1 μεταξύ των θέσεων Γ $(x = 0)$ και θραύσης του νήματος $(x = 0{,}25\ \text{cm})$, ισχύει:

$$\Sigma\vec{\tau}''_A = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{\tau}_W + \vec{\tau}''_{W_1} + \vec{\tau}_{F_A} + \vec{\tau}_T = \vec{0}$$

$$-W\frac{L}{2} - W_1\left(\frac{L}{2} + x\right) + 0 + T \cdot L \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = 0 \Leftrightarrow T \cdot L \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi = W\frac{L}{2} + W_1\left(\frac{L}{2} + x\right) \Leftrightarrow$$

$$T \cdot 0{,}5 = 9 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \left(\frac{1}{2} + x\right) \Leftrightarrow T = 10 + 2 \cdot x \quad \text{για} \quad 0 \le x \le 0{,}25\text{m} \quad (\text{S.I.})$$

Άρα η γραφική παράσταση θα είναι:



Γ4. Ο αριθμός των περιστροφών που εκτέλεσε η στεφάνη είναι:

$$N = \frac{\theta_1}{2\pi} \qquad (1)$$

όπου θ_1 η γωνία στροφής μέχρι να ακινητοποιηθεί.

Αλλά:

$$\theta_1 = \omega_0 \cdot \Delta t - \frac{1}{2} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot \Delta t^2 \qquad (2)$$

Για την αρχική ταχύτητα ω_0, ισχύει:

$$\omega = \omega_0 - \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot \Delta t \Leftrightarrow 0 = \omega_0 - \frac{\alpha_{cm}}{R} \cdot \Delta t \Leftrightarrow \omega_0 = 2{,}5\ \frac{rad}{s} \qquad (3)$$

Η (2) λόγω της (3), γίνεται:

$$\theta_1 = \omega_0 \cdot \Delta t - \frac{1}{2} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \cdot \Delta t^2 \Leftrightarrow \theta_1 = 2{,}5 \frac{rad}{s} \cdot 1s - \frac{1}{2} \cdot 2{,}5 \frac{rad}{s^2} \cdot 1^2 s^2 \Leftrightarrow \theta_1 = 1{,}25\ rad$$

και αντικαθιστώντας στην (1):

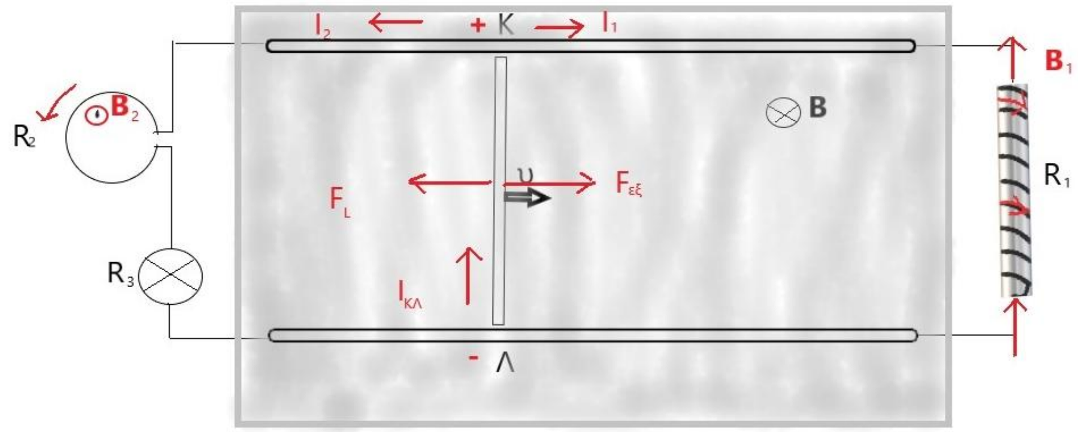
$$N = \frac{\theta_1}{2\pi} \Leftrightarrow N = \frac{1{,}25}{2\pi} \text{περιστροφές} = \frac{0{,}625}{\pi}\ \text{περιστροφές}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. $P_K = V_K I_K \Rightarrow I_K = P_K / V_K \Rightarrow I_K = 2A$, η ένταση του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον λαμπτήρα προκειμένου να λειτουργεί κανονικά.

Από τον νόμο του Ohm: $R_3 = \frac{V_K}{I_K} = \frac{30}{2} \Rightarrow R_3 = 15\Omega$.

Δ2. Η μεταλλική ράβδος καθώς κινείται μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο προκαλεί μεταβολή μαγνητικής ροής και δημιουργεί στα άκρα της ΗΕΔ από επαγωγή.



Από τον κανόνα του Lenz το επαγωγικό ρεύμα θα έχει φορά από το Λ προς το Κ, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Για την ΗΕΔ: $E_{\varepsilon\pi} = B v l = 1 \cdot 10 \cdot 1 \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} = 10V$

Οι αντιστάσεις R_2 και R_3, είναι συνδεδεμένοι σε σειρά: $R_{2,3} = R_2 + R_3 \Rightarrow R_{2,3} = 18\Omega$

Η ισοδύναμη $R_{2,3}$ και η R_1 είναι σε παράλληλη σύνδεση, οπότε:

$$R' = \frac{R_1 \cdot R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} \Rightarrow R' = 4{,}5\Omega$$

Συνεπώς: $R_{O\Lambda} = R' + R_4 \Rightarrow R_{O\Lambda} = 5\Omega$

Από νόμο Ohm σε κλειστό κύκλωμα: $I_{KΛ} = \frac{E_{επ}}{R_{ΟΛ}} \Rightarrow I_{KΛ} = 2A$

Στην ράβδο ασκείται η δύναμη Laplace, που με τον κανόνα των τριών δακτύλων βρίσκουμε την κατεύθυνσή της, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το μέτρο της είναι:

$$F_L = BI_{KΛ}l \Rightarrow F_L = 2N$$

Για να κινείται η ράβδος με σταθερή ταχύτητα θα πρέπει, από 1^o νόμο του Νεύτωνα, να ασκείται μια ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης δύναμη από την Laplace.

Συνεπώς: $ΣF = 0 \Rightarrow F_{εξ} - F_L = 0 \Rightarrow F_{εξ} = F_L \Rightarrow F_{εξ} = 2N$

Δ3. Η πολική τάση στα άκρα της ράβδου θα είναι: $V_{KΛ} = E_{επ} - I_{KΛ}R_4 \Rightarrow V_{KΛ} = 9V$

και το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον λαμπτήρα θα έχει ένταση:

$$I_2 = \frac{V_{KΛ}}{R_{2,3}} \Rightarrow I_2 = 0{,}5A$$

Όποτε ο λαμπτήρας υπολειτουργεί.

Για να λειτουργήσει κανονικά θα πρέπει: $I_2 = 2A$

και τότε: $V'_{KΛ} = I_2 \cdot R_{2,3} \Rightarrow V'_{KΛ} = 36V$

Στην περίπτωση αυτή, το σωληνοειδές θα διαρρέεται από ρεύμα έντασης:

$$I_1 = \frac{V'_{KΛ}}{R_1} \Rightarrow I_1 = 6A$$

Οπότε: $I'_{KΛ} = I_1 + I_2 \Rightarrow I'_{KΛ} = 8A$

και τότε: $F'_L = BI'_{KΛ}l \Rightarrow F'_L = 8N$

Η ποσοστιαία μεταβολή της εξωτερικής δύναμης, που όπως αποδείξαμε στο ερώτημα Δ2, είναι ίση με την δύναμη Laplace, ορίζεται ως:

$$α\% = \frac{8-2}{2} \cdot 100\% \Rightarrow α\% = 300\%$$

Δ4. Ο κλάδος του λαμπτήρα- κυκλικού αγωγού και ο κλάδος του σωληνοειδούς έχουν την ίδια διαφορά δυναμικού στα άκρα τους $V_{KΛ}$. Αν I_1 είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στον κλάδο του σωληνοειδούς και I_2 η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στον κλάδο του σωληνοειδούς, τότε θα ισχύει:

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_{2,3} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_{2,3}} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{6}{18} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{3}$$

Στο κέντρο του κυκλικού αγωγού, η ένταση του μαγνητικού πεδίου θα έχει μέτρο:

$$B_2 = N_2 \frac{κ_μ 2πI_2}{r}$$

και στο κέντρο του σωληνοειδούς:

$$B_1 = N_1 \frac{κ_μ 4πI_1}{l_1}$$

Συνεπώς: $\frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2 \frac{κ_μ 2πI_2}{r}}{N_1 \frac{κ_μ 4πI_1}{l_1}} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{N_2 \cdot l_1}{2N_1 r} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{240}$